

# TECNOLOGIA EDUCATIVA APLICADA AL TRABAJO DE LABORATORIO DE FÍSICO-QUÍMICA

Sonia E. Osses  
Jorge N. Muñoz  
Jorge N. Navarrete

Este artículo que corresponde a un Seminario de Título, realizado por alumnos de Pedagogía en Ciencias Naturales y Química de la Universidad Católica de Chile, Sede Regional Temuco durante el año 1981, pretende constituir un aporte a la formación integral de un cientista fáctico, proponiendo un modelo de guía de laboratorio de Físico - Química en el cual se adaptaron las etapas de un diseño tecnológico general al trabajo experimental y donde se muestran los resultados de su aplicación a un grupo de alumnos de la Sede.

Siendo la Química la ciencia que se ocupa de la transformación de la materia, la formación de un químico debe armonizar la manipulación práctica o experimental con la interpretación y la predicción teórica.

La química experimental bien asimilada permite una de las más elevadas conquistas de la condición humana: que el alumno realice en forma individual algo que ha planeado o previsto después de sus estudios

teóricos y de razonamientos lógicos, armonizando el trabajo manual con el pensamiento.

La buena enseñanza experimental debe tender a que el estudiante descubra por sí mismo "qué es lo que ocurre" (heurística), al contrario de la enseñanza exclusivamente teórica, que trata de demostrar la verdad perdiendo a veces la idea final por entusiasmarse con la lógica del medio. Además, debe fomentar la capacidad de distinguir entre observar un fenómeno o una reacción e interpretarlo. La correcta observación le dará la confianza necesaria para hacer química en cualquier nivel y la capacidad de interpretación le proporcionará la preparación científico - técnica que lo habilita para ser investigador profesional capaz de crear y desarrollar nuevas tecnologías.

Estas ideas acerca de la importancia de una adecuada docencia en lo que se refiere a trabajo de laboratorio, condensadas de un documento emanado de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (1978), nos permitió plantearnos la siguiente interrogante: ¿Será posible que, mediante una adecuada presentación de materiales en el trabajo de laboratorio, se logre en los alumnos:

- cambio de actitud en cuanto a la preparación del trabajo práctico,
- conciencia de lo que están realizando,

- integración de conocimientos teóricos y prácticos, antes, durante y después del trabajo experimental, y
- objetivos cognitivos del más alto nivel, tales como resolución de problemas?

Esta situación problemática pretendimos resolverla a través del trabajo experimental, formulando el objetivo general del presente trabajo, a saber: "Elaborar y aplicar un set de guías de laboratorio de Físico - Química para alumnos de la Carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Química de esta sede, adaptando las etapas de un diseño tecnológico general al trabajo experimental."

## MATERIALES Y METODO

Realizada la revisión bibliográfica, se seleccionaron los laboratorios que conformarían el set de guías, verificándolos experimentalmente cuando el procedimiento u otra etapa de su desarrollo ofrecía alguna duda.

A continuación, se efectuó la elaboración de las guías de laboratorio. En cada una de ellas se distinguieron las siguientes partes:

- a) Título, mediante el cual se pretendió ubicar al alumno en el contexto de las grandes áreas de la Físico - Química.

- b) Situación problemática (número I en Guía Anexa), que correspondió al objetivo específico de cada uno de los laboratorios. Debido al nivel de los alumnos a los cuales estaban dirigidas, estimamos pertinentes formular el objetivo en términos de si tuación problemática para presentarlo más bien co mo un desafío y de esta manera incentivar su natural curiosidad e impulsar hacia el descubrimiento.
- c) Introducción (número II en Guía Anexa), a través de una breve síntesis de la unidad temática a desarrollar en el laboratorio, incluida al comienzo de la guía, se pretendió motivar al alumno a profundizar el tema en cuestión.
- d) Labor previa al trabajo de laboratorio (número III en Guía Anexa), su equivalente en Tecnología Educativa es la evaluación diagnóstica. Mediante preguntas y problemas que el alumno debió preparar con antelación al laboratorio, se intentó habilitarlo para manejar los prerrequisitos indispensables que le permitieran realizar en forma consciente las etapas siguientes del trabajo práctico.
- e) Materiales y reactivos (número IV de Guía Anexa), comprendió la nómina completa del instrumental y sustancias químicas que serían utilizadas en el laboratorio respectivo.
- f) Parte experimental (número V en Guía Anexa), correspondió a la etapa de realización de la experiencia enseñanza-aprendizaje. En ella, el alumno llevó a la práctica los requisitos detectados en

la labor previa.

- g) Labor posterior al trabajo de laboratorio (número VI de Guía Anexa), traducida al lenguaje tecnológico correspondió a la evaluación formativa. En esta etapa, así como en la parte experimental se puso énfasis especial en la estimulación del alumno a través de la retroalimentación.
- h) Bibliografía (número VII en Guía Anexa), como una manera de orientar al alumno en la investigación del tema pertinente a cada laboratorio, al final de cada guía se le propuso una bibliografía específica que pudiera serle útil para complementar sus conocimientos teórico - prácticos.

La evaluación sumativa que se tradujo en calificaciones, se realizó sobre la base de los siguientes antecedentes:

- a) Dos pruebas teórico - prácticas aplicadas durante el semestre al grupo piloto, formado por tres alumnos, una vez desarrolladas varias guías de laboratorio que conformaban un todo orgánico.
- b) Informes orales y escritos que los alumnos debieron presentar después de realizada la evaluación formativa de cada laboratorio. Fueron calificados conforme a la pauta entregada a los alumnos a principio del semestre. Esta pauta tomaba en cuenta los siguientes aspectos: fundamento teórico del experimento realizado, gráficos (cuando procedía),

cálculos y conclusiones.

- c) Pauta de observación del trabajo de laboratorio. Fue aplicada durante todo el transcurso del semestre y comprendió los siguientes aspectos: orden en el cuaderno de laboratorio, cuidado de los materiales de trabajo, constancia en el trabajo (repetir el experimento si los resultados no convencían), participación activa en el trabajo de laboratorio.

Una vez finalizada la elaboración del set de guías se procedió a aplicarlas al curso piloto en las asignaturas de laboratorio de Físico - Química y Físico - Química II, esta última de carácter teórico - práctico.

De acuerdo a los resultados obtenidos con el grupo mencionado se procedió a revisar las guías dándoles forma definitiva.

## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Estas han emanado de entrevistas sostenidas con los alumnos que han seguido el curso, de sus respuestas al cuestionario aplicado una vez finalizado el semestre, de las observaciones personales realizadas por los autores de la presente investigación en los procesos de evaluación diagnóstica y formativa y de información proveniente de la evaluación acumulativa traducida en calificaciones.

1. Se ha elaborado un set de 18 guías de Laboratorio de Físico-Química para alumnos de la Carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Química de esta Sede (de las cuales se adjunta una), adaptando las etapas de un diseño tecnológico general al trabajo experimental.
2. La evaluación diagnóstica realizada a través del trabajo previo al laboratorio se consideró de gran utilidad, pues permitió aclarar dudas que pudieran presentarse durante su desarrollo y llegar a él con los prerrequisitos necesarios para realizarlo en forma adecuada, favoreciendo en esta forma el cambio de actitud antes y durante su desarrollo al realizar el laboratorio en forma más consciente.
3. La evaluación formativa se estimó positiva sobre todo en lo que se refería a autoevaluación, mayor comprensión del trabajo a realizar e integración de conocimientos teóricos y prácticos.
4. En cuanto a la evaluación sumativa:
  - a) la pauta de observación de trabajo de laboratorio se reconoció como factor importante en el desarrollo de la conciencia respecto de la importancia del método en el trabajo práctico.
  - b) la presentación oral y escrita de informes pareció una acertada manera de demostrar comprensión del trabajo realizado.
5. Durante el semestre hubo múltiples oportunidades de resolver problemas teórico - prácticos, en las

labores previa y posterior al trabajo de laboratorio y sobre todo durante su desarrollo, en lo que se refirió a adaptación de montajes.

6. Los resultados provenientes de la evaluación sumativa (calificaciones) fueron satisfactorios, ya que todos los alumnos del curso aprobaron las asignaturas de Laboratorio de Físico - Química y Físico - Química II.
7. Se sugiere:
  - Poner aún mayor énfasis en el trabajo previo al desarrollo del laboratorio y cuando proceda, aumentar la exigencia en profundización matemática.
  - Evitar el exceso de datos experimentales cuando éstos no sean indispensables.
  - Solicitar informes individuales para fomentar el trabajo de cada uno de los alumnos.
  - Incluir un número no demasiado elevado de laboratorios en las pruebas teórico - prácticas, para fomentar así la comprensión y no la simple memorización.
  - Continuar en los futuros cursos de Laboratorio de Físico - Química con la modalidad adoptada en el curso piloto, en el sentido de que los alumnos preparen el material a utilizar.
8. En resumen, sobre la base de las conclusiones anteriores podemos afirmar que el objetivo general planteado se cumplió plenamente, dando respuesta a las interrogantes planteadas al inicio de nuestro trabajo.



# GUIA DE LABORATORIO "ENERGIA DE ENLACE"

## I. SITUACION PROBLEMATICA

¿Cuál es el valor del cambio de entalpía asociado a la formación del enlace C-Br?

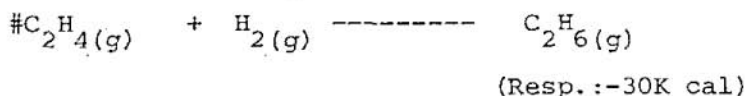
## II. INTRODUCCION

Cuando en un compuesto molecular, por ejemplo,  $C_2H_6$ , se produce una descomposición en átomos, los enlaces que mantienen unidos los átomos se rompen y aumentan la entalpía del sistema.

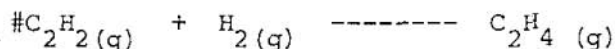
Se ha encontrado que pueden asignarse valores de entalpía de enlace a los diferentes tipos de uniones como C-C y H-H, de tal forma que para muchos compuestos la suma de estas entalpías de enlace es aproximadamente igual a la entalpía total que ha de suministrarse para romper enlaces.

## III. LABOR PREVIA AL TRABAJO DE LABORATORIO

1. La energía de enlace H-H a  $25^{\circ}C$  corresponde a 104 k cal/mol. ¿Qué significa esta afirmación?
2. ¿Por qué  $H_2$  es más estable que  $2H$ ?
3. Determine  $\Delta H$  para la reacción:



4. Para la reacción:



demuestre que la expresión:

$\Delta H_{\text{reacción}}$  = energía de enlace roto-energía de enlace formado es equivalente a:

$$\Delta H_{\text{reacción}} = \Delta H_{\text{productos}} - \Delta H_{\text{reactantes}}$$

$$\# \text{ Datos : C - C} = 88 \text{ k cal mol}^{-1}$$

$$\text{C - H} = 99 \text{ k cal mol}^{-1}$$

$$\text{C} = \text{C} = 147 \text{ k cal mol}^{-1}$$

$$\text{H - H} = 104 \text{ k cal mol}^{-1}$$

$$\text{C} \equiv \text{C} = 162 \text{ k cal mol}^{-1}$$

#### IV. MATERIALES Y REACTIVO

##### Materiales

1 Calorímetro (o bien un depósito de vidrio aislado, por ejemplo, un pequeño vaso o tubo de ebullición).

Capacidad máxima=50 a 100 ml

1 Termómetro de 0°C a 50°C, con divisiones de 0, 1°C.

##### Reactivos

Solución 0,2 M de ciclohexano

Solución 0,2 M de Br en ciclohexano.

#### V. PARTE EXPERIMENTAL

El experimento involucra la medición del cambio de entalpía para la reacción:



Debido a la volatilidad del  $\text{Br}_2$  y la magnitud del cambio de entalpía, la reacción es realizada en solución diluída usando un solvente inerte, por ejemplo, ciclohexano o  $\text{CCl}_4$ .

Se introduce una cantidad medida de la solución de ciclohexano (elegir un volumen conveniente para el tamaño del calorímetro) y se determina su temperatura. Luego se introduce una cantidad idéntica de la solución de bromo y se determina la elevación de temperatura.

## VI. LABOR POSTERIOR AL TRABAJO DE LABORATORIO

1. Con ayuda de los datos:

Calor específico del ciclohexano =  $0,445 \text{ cal gr}^{-1}$

Calor específico del  $\text{CCl}_4$  =  $0,203 \text{ cal gr}^{-1}$

Energías de enlace:  $\text{C} \equiv \text{C}$  =  $162 \text{ k cal mol}^{-1}$

$\text{C} - \text{C}$  =  $88 \text{ k cal mol}^{-1}$

$\text{Br} - \text{Br}$  =  $53 \text{ k cal mol}^{-1}$

Determine:

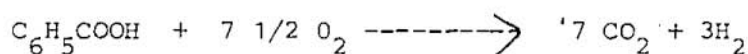
a) cambio de entalpía de la reacción

b) energía de enlace  $\text{C} - \text{Br}$

2. ¿Qué significa la expresión: "El benceno está estabilizado por resonancia en  $38 \text{ k cal/mol}$ "?

3. Utilizando las energías de enlace y resonancia, evaluar el calor de combustión del ácido benzoico.

La reacción es:



(Resp.: -766 k cal)

Las energías de enlace implicadas son:

C - C	=	58,6 k cal
C = C	=	100 k cal
C - H	=	87,3 k cal
C = O	=	152 k cal
C - O	=	70 k cal
O - H	=	110,2 k cal
O = O	=	118 k cal

Energías de resonancia:

anillo bencénico	=	38 k cal
carboxilo	=	28 k cal

NOTA (1) : Las dieciocho guías actualmente forman parte del set oficial de guías de laboratorio de Físico - Química de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Temuco.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CASTELLAN, G. *Físicoquímica*. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1975.

DANIELS, F. Y ALBERTY, R. *Físicoquímica*. Compañías Editorial Continental S.A., México, 1972.

GLASSTONE, S. *Termodinámica para Químicos*. Editorial Aguilar, Madrid, 1958.

MARON, S. Y PRUTTON, C. *Fundamentos de Físico-Química*. Centro Regional de Ayuda Técnica, México, 1968.

SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico: *Enseñanza de la Química Experimental*. Serie de Química, Monografía Número 6, 1978.

URQUIZA, M. *Experimentos de Físicoquímica*. Editorial Limusa Wiley, S.A., México, 1969.

WASER, J. *Termodinámica Química Fundamental*. Editorial Reverté, S.A., México, 1972.

HAMILL, W. Y RUSSELL, W. *Química-Física*. Ediciones Grijalbo, S.A., México D.F., Barcelona, 1963.